Kuantum Fiziğinin Temel İlkeleri

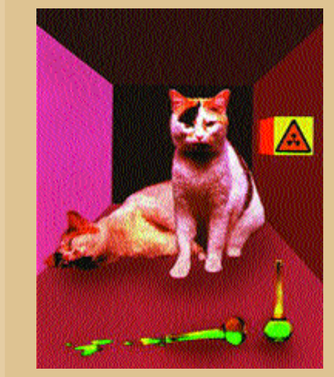
Bilim ve Teknik TÜBİTAK

Kuantum fiziği, herhalde ününü olağanüstü derinlikteki öngörüleri ve bunların deneysel başarısından çok, bu buluşların dayandığı temellerin şaşırtıcılığına borçlu. Aslında deneylerin tutarlı biçimde doğrulamasına karşın, atomaltı ölçekte geçerli yasaları, kuralları, ilkeleri, bizim alışık olduğumuz makrodünyanın mantığıyla kavramak hayli güç. Biz, kesinlik aramaya koşullanmışız; oysa kuantum fiziği, evreni yönetenin belirsizlik olduğunu, hatta yaşamımızı bu belirsizliğe borçlu olduğumuzu söylüyor. Biz sanırız ki, bir şey ya vardır ya da yoktur. Oysa Schrödinger'in hayalindeki zavallı kedi biliyor ki, hem yaşamla hem de ölümle iç içe. Makro dünyanın "anayasası" genel görelilik kuramına göre hiçbir şeyin hızı, ışık hızını aşamaz. Oysa kuantum kuramına göre "dolanık" parçacıklar evrenin bir ucundan ötekine "telepati" bağı kurabiliyorlar. Yeni oluşan düşüncelere göre, aslında bu mikro ve makro dünyalar ayrımı temelden yanlış. Bizim günlük yaşamımızı da en derinde bu belirsizlikler, gariplikler belirliyor.

Heisenberg Belirsizlik İlkesi

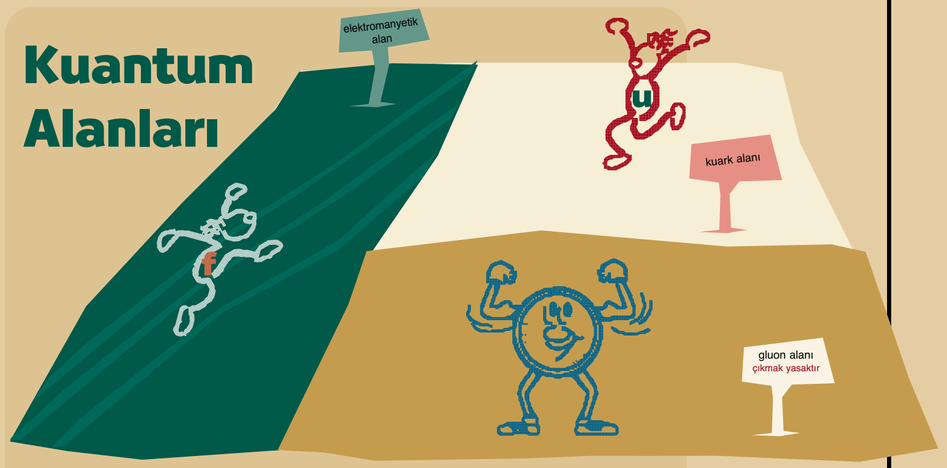
Bir kuantum sisteminin bazı özellikleri, örneğin bir parçacığın konumu ve momentumu, aynı anda istenen kesinlikte belirlenemez. Yani, bir parçacığın konumundai belirsizlikle momentumundaki belirsizliğin çarpımı hiç bir zaman belli bir değerden küçük olamaz. Dolayısıyla biri kesin olarak ölçülürse diğerindeki belirsizlik sonsuz olur. Örneğin, parçacığın konumunu kesin olarak belirlersek momentumu hakkında hiçbir fikrimiz olamaz; momentumunu kesin olarak belirlersek, bu kez parçacığın nerede olduğu hakkında hiçbir fikrimiz olamaz.

Üst Üste Gelme



Bir kuantum sistemi aynı anda birden fazla durumda bulunabilir. Yani bir elektron, uzayda birden fazla konumda veya birden fazla enerji durumunda olabilir. Sağduyuya aykırı görünen ve anlaşılması en zor ilkelerden biridir. "Schrödinger'in kedisi" örneğinde olduğu gibi (bkz: Bilim ve Teknik sayı 393, s. 28) kedinin aynı anda hem canlı hem de ölü olması gibi kabul edilmesi güç sonuçlara yol açmaktadır. Bir çok fizikçiye göre üst üste gelme ilkesi, sadece mikroskobik sistemler için geçerlidir.

Kuantum Alanları

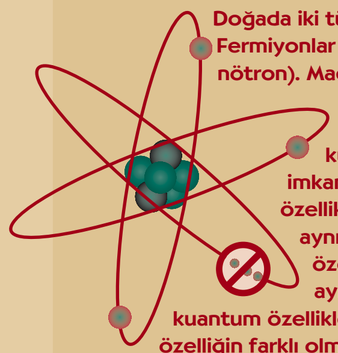


Parçacıklar ve alanlar uzun süre farklı olgular olarak kabul edildiler. Kuantum alanlar kuramı, parçacıkların kuantum alanlarının temel kuantumları olduklarını gösterdi. Örneğin fotonlar elektromanyetik alanın, elektronlar bir elektron alanının, kuarklar bir kuark alanının kuantumlarıdır.

Planck Sabiti

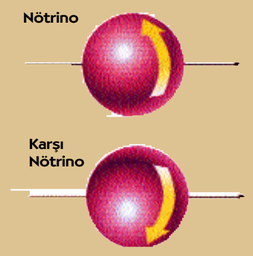
Kuantum fiziğinin temel fiziksel sabitidir. $h = 6{,}626 \times 10^{-34}$ Joule.saniye (Joule enerji birimidir)

Fermiyonlar Bozonlar ve Pauli Dışlama ilkesi

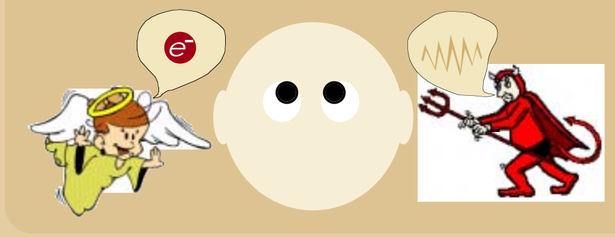


Doğada iki tür temel parçacık var: Fermiyonlar ve bozonlar. Fermiyonlar maddeyi oluşturur (örnek: elektron, proton, nötron). Maddeler arasındaki etkileşimi ileten parçacıklar bozonlardır (örnek: Elektromanyetik etkileşime aracılık eden foton). Aynı kuantum alanının kuantumları olan iki parçacığın ayırtedilmesi imkansızdır. İki aynı türden bozonunsa tüm kuantum özellikleri aynı olabilir. Yani iki bozon uzayda aynı konuma, aynı momentuma, aynı spine vs. sahip olabilirler. Bütün özellikleri aynı olan bozonlar bir arada olmak isterler. İki aynı türden fermiyonun, örneğin iki elektronun, bütün kuantum özelliklerinin aynı olması mümkün değildir. En az bir özelliğin farklı olması gerekir. Bu özelliğe Pauli dışlama ilkesi adı verilir. Yüzden fazla değişik tür atom olmasının nedeni bu ilkedir. Bir atomda aynı enerji durumunda biri yukarı diğeri aşağı spinli sadece iki elektron bulunabilir. Diğerleri başka bir enerji durumunda (yörüngede) bulunmak zorundadırlar. İki farklı atomda farklı sayıda elektron bulunması, Pauli dışlama ilkesi yüzünden atomların farklı kimyasal özelliklere sahip olmalarına neden olur.

Spin



Parçacıkların kendi iç dinamikleriyle ilgili bir özelliktir. Bir topun kendi etrafında dönmesine benzetilebilir. Fermiyon sınıfı parçacıklar, kesirli spinlere, bozon sınıfına giren parçacıklarsa, sıfır ve tam sayı spinlere sahiptirler.

de Broglie Dalgası

Momentumu p olan her parçacık dalga boyu h/p olan bir dalga özelliği gösterir. Parçacıklar, yapılan deneyin özelliğine bağlı olarak, parçacık ya da dalga gibi davranabilirler.